

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 723 255

(21) N° d'enregistrement national :

94 15862

(51) Int Cl⁶ : H 01 J 31/12, 1/30, 9/02, G 09 F 9/30, C 23 C 16/26

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 29.12.94.

(30) Priorité : 27.07.94 KR 9418358.

(71) Demandeur(s) : SAMSUNG DISPLAY DEVICES CO LTD — KR.

(72) Inventeur(s) : PARK NAM SHIN.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : 02.02.96 Bulletin 96/05.

(56) Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés : DIVISION DEMANDEE LE 20/12/94 BENEFICIAINT DE LA DATE DE DEPOT DU 29/07/94 DE LA DEMANDE INITIALE N° 94 09442 (ARTICLE L.612-4) DU CODE DE LA PROPRIETE INTELLECTUELLE

(73) Titulaire(s) :

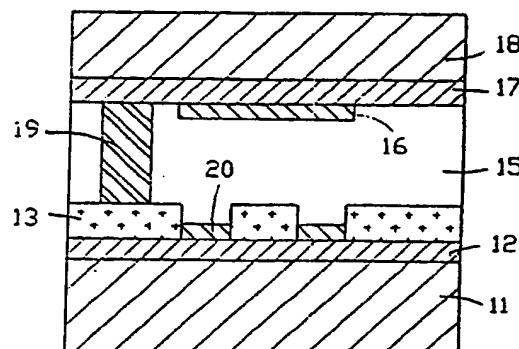
(74) Mandataire : CABINET DE BOISSE.

(54) DISPOSITIF D'AFFICHAGE A EMISSION DE CHAMP ET PROCEDE POUR FABRIQUER DE TELS DISPOSITIFS.

(57) Ce dispositif d'affichage à émission de champ comprend des cathodes (20) réalisées en diamant. Ces cathodes sont déposées dans des ouvertures d'une couche isolante (13), les ouvertures étant disposées selon un motif pré-déterminé obtenu par gravure à l'aide d'une résine photosensible. En face des cathodes en diamant, on trouve une couche fluorescente (16) qui est contiguë à une couche anodique (17). L'ensemble est placé entre deux plaques en verre (11, 18).

Le fait que les cathodes sont en diamant permet d'éviter leur usure en raison de la présence d'ions gazeux issus des cathodes et subsistant dans la région sous vide (15) située entre les cathodes (20) et l'anode (17).

Application, notamment à la réalisation d'écrans d'affichage plats.



FR 2 723 255 - A1



La présente invention concerne, d'une façon générale, les dispositifs d'affichage à émission de champ, utilisés dans les dispositifs d'affichage à écran plat, et un procédé pour fabriquer de tels dispositifs d'affichage.

5 Plus particulièrement, l'invention a trait à des perfectionnements apportés à une certaine structure du dispositif d'affichage à émission de champ et à son procédé de fabrication, ce dernier permettant de former une cathode à émission de champ sans faire appel à une technique de 10 formage de micro-ouvertures de grille.

Une telle cathode est utile pour fabriquer un dispositif d'affichage de grandes dimensions dans lequel elle est incorporée dans une structure permettant de prolonger la durée de vie attendue de cette cathode, tout 15 en simplifiant le procédé de fabrication et en réduisant le coût du dispositif d'affichage.

Les dispositifs connus d'affichage d'images comprennent les tubes à rayons cathodiques (CRT) et les écrans plats tels que les affichages à cristaux liquides (LCD), à plasma (PDP) et à fluorescence dans le vide (VFD), les écrans plats ayant été récemment portés au premier plan dans le domaine 20 des affichages.

Les tubes à rayons cathodiques ont une efficacité un peu meilleure sur le plan de la qualité de l'image et de la 25 luminance, mais ils présentent l'inconvénient que leur volume et leur poids augmentent considérablement avec leurs dimensions. Ceci est en opposition directe vis-à-vis de la tendance récente de compacité, de légèreté, de minceur et de réduction des dimensions que l'on souhaite conférer aux 30 dispositifs d'affichage. En revanche, les écrans plats tels que les LCDs, les PDPs et les VFDs sont plus avantageux sur le plan du volume et du poids, par comparaison aux CRTs classiques. Cependant, ces écrans plats présentent l'inconvénient que leur qualité d'image et leur luminance 35 sont inférieures à celles des CRTs. Ces dernières années, on a activement étudié et développé des dispositifs d'affichage à émission de champ pour conférer aux dispositifs d'affichage à la fois la bonne qualité d'image

des CRTs et l'avantage de structure des écrans plats. Les dispositifs d'affichage à émission de champ sont réalisés par une fabrication précise des cathodes à émission de champ bénéficiant des progrès de la technologie des semi-
5 conducteurs, ces cathodes à émission de champ étant utilisées dans les dispositifs d'affichage.

Habituellement, les dispositifs d'affichage à émission de champ sont produits à l'aide du procédé Spindt qui est un procédé typique mis en oeuvre dans la fabrication de tels
10 dispositifs. La technique la plus répandue de ce procédé Spindt consiste à former une pointe cathodique dont le sommet est submicronique et des ouvertures de grille ménagées dans une électrode de grille.

La figure 1 des dessins annexés représente une vue en
15 coupe d'un exemple de dispositif d'affichage à émission de champ présentant des cathodes à émission de champ. Comme représenté sur cette figure, une couche isolante 3 et une électrode de grille 4 sont formées, selon un motif prédéterminé, sur une couche cathodique 2 d'un substrat 1,
20 tandis qu'une pluralité d'ouvertures circulaires sont réalisées à la fois dans la couche isolante 3 et dans l'électrode de grille 4. Ensuite, on forme une cathode conique 10 dans chacune des ouvertures de la couche isolante 3 et de l'électrode de grille 4.

25 Sur la figure 1, la référence 5 indique une région sous vide, la référence 6 indique une couche fluorescente, la référence 7 indique une couche anodique, la référence 8 indique une plaque de verre frontale et la référence 9 indique une cloison.

30 Au cours du procédé de fabrication de ce dispositif d'affichage à émission de champ, on peut former les ouvertures de grille circulaires par photolithographie. Cependant, comme à cet effet des rayons H dont la longueur d'onde est d'environ $0,4 \mu\text{m}$, sont utilisés comme rayons
35 ultraviolets dans un système d'exposition de motifs, la dimension minimale du motif qui peut encore être obtenue par l'intermédiaire de la photolithographie est limitée à environ $1,5 \mu\text{m}$ et il en résulte de nombreux problèmes

concernant la formation des ouvertures de grille par l'intermédiaire du procédé Spindt. De plus, pour pouvoir fabriquer des dispositifs d'affichage à émission de champ de grandes dimensions, il faudrait développer de nouveaux 5 systèmes de lithographie et ceci limite le développement des dispositifs d'affichage à émission de champ de grandes dimensions. Dans le cas d'une cathode à micro-pointe, le sommet de la pointe de la cathode présente un rayon d'environ 50 nm de sorte que le sommet de la pointe peut se 10 casser au cours d'un bombardement d'ions gazeux subsistant dans la région sous vide en raison des électrons émis par la cathode, ce dont il résulte une faible durée de vie de la cathode à micro-pointe.

Par conséquent, la présente invention a pour but de 15 fournir un procédé de fabrication d'un dispositif d'affichage à émission de champ, grâce auquel on peut résoudre les problèmes énoncés ci-dessus et simplifier globalement le procédé de fabrication des dispositifs d'affichage, en permettant de réaliser un dispositif d'affichage à émission de champ moyennant un faible coût. 20

L'invention a également pour but de fournir un dispositif d'affichage à émission de champ réalisé à l'aide du procédé ci-dessus.

Selon l'un de ses aspects, la présente invention 25 fournit un procédé de fabrication d'un dispositif d'affichage à émission de champ comprenant les étapes qui consistent:

à former une couche cathodique sur un substrat et une couche isolante sur la couche cathodique; 30 à graver la couche isolante en utilisant une résine photosensible présentant un motif d'ouvertures prédéterminé afin de former une pluralité d'ouvertures dans la couche isolante;

à enlever la résine photosensible de la couche isolante 35 et à former une couche de séparation sur la couche isolante; à former simultanément une cathode en diamant dans chacune des ouvertures de la couche isolante et une couche en diamant sur la couche de séparation ; et

à enlever simultanément de la couche isolante la couche de séparation et la couche en diamant par l'intermédiaire d'un procédé d'enlèvement dit "lift off".

Selon un autre de ses aspects, la présente invention 5 fournit un dispositif d'affichage à émission de champ comprenant une couche isolante formée sur une couche cathodique, cette couche isolante présentant une pluralité d'ouvertures circulaires et une cathode en diamant à émission de champ formée dans chacune des ouvertures de la 10 couche isolante.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront plus clairement à la lecture de la description détaillée qui va suivre faite en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels:

15 la figure 1 est une vue en coupe d'un dispositif classique d'affichage à émission de champ présentant des cathodes à émission de champ;

la figure 2 est une vue analogue à celle de la figure 1 montrant un mode de réalisation préféré de l'invention; 20 et

les figures 3a à 3e sont des vues illustrant un procédé de fabrication d'un dispositif d'affichage à émission de champ selon la figure 2.

Depuis quelques années, on utilise dans les dispositifs 25 d'affichage des cathodes à émission de champ fabriquées avec précisions grâce aux progrès de la technologie des semi-conducteurs, afin de réaliser des dispositifs d'affichage à émission de champ présentant à la fois la bonne qualité d'image des CRTs classiques et les avantages de structure 30 des écrans plats.

De préférence les dispositifs d'affichage à émission de champ sont réalisés au moyen du procédé Spindt qui est le procédé le plus courant pour la fabrication de ces dispositifs, les techniques marquantes en étant la formation 35 d'une pointe cathodique avec un sommet submicronique et d'ouvertures de grille ménagées dans une électrode de grille. Toutefois, les dispositifs d'affichage à émission de champ produits par le procédé Spindt comme décrit dans

l'art antérieur posent de nombreux problèmes.

A la suite d'études approfondies faites par les inventeurs pour surmonter ces problèmes, il a été développé 5 un procédé pour réaliser un dispositif d'affichage à émission de champ permettant de ne plus utiliser le procédé classique de formation des ouvertures microscopiques de grille, mais de produire simplement une cathode à émission de champ dont la structure permet d'allonger la durée de vie attendue de la cathode à émission de champ.

10 La figure 2 représente une vue en coupe d'un dispositif d'affichage à émission de champ comportant des cathodes à émission de champ selon un mode de réalisation préféré de l'invention, les figures 3a à 3e étant des vues permettant 15 d'illustrer un procédé pour réaliser le dispositif d'affichage à émission de champ selon la figure 2.

15 Comme représenté sur la figure 2, le dispositif d'affichage à émission de champ selon l'invention comprend une couche cathodique 12 et une couche isolante 13 formées sur un substrat 11 en verre de telle manière qu'une 20 pluralité d'ouvertures soit formée dans la couche isolante 13. Une pluralité de cathodes en diamant 20 est formée respectivement dans les ouvertures de la couche isolante 13.

25 Sur la figure 2, la référence 15 indique une région sous vide, la référence 16 indique une couche fluorescente, la référence 17 indique une couche anodique, la référence 18 indique une plaque frontale en verre et la référence 19 montre une cloison.

30 Pour produire le dispositif d'affichage à émission de champ décrit ci-dessus, on forme tout d'abord une couche cathodique 12 sur le substrat 11 comme représenté sur la figure 3a. Puis, on forme la couche isolante 13 sur la couche cathodique 12. Ensuite, une résine photosensible 21 munie d'un motif prédéterminé d'ouvertures est appliquée sur 35 la couche isolante 13 avant que celle-ci ne soit gravée. A la suite de la gravure, la couche isolante 13 est partiellement gravée à travers le motif de la résine photosensible 21 de manière à présenter une pluralité d'ouvertures, comme représenté sur la figure 3b. Une fois

que les ouvertures sont formées dans la couche isolante 13, la résine photosensible 21 en est enlevée. La couche isolante 13 est alors revêtue d'une couche de séparation 22, comme représenté sur la figure 3c. Puis, une couche 23 en diamant est formée sur la couche de séparation 22, tandis que simultanément une pluralité de cathodes en diamant 20 est formée respectivement dans les ouvertures de la couche isolante 13, comme représenté sur la figure 3d.

Une fois que les cathodes 20 en diamant ainsi que la couche 23 en diamant sont formées, la couche de séparation 22 ainsi que la couche 23 en diamant sont enlevées de la couche isolante 13 par l'intermédiaire d'un procédé d'enlèvement dit "lift off", comme représenté sur la figure 3e.

Comme décrit en détail, la couche cathodique 12 et la couche isolante 13 sont formées sur le substrat 11 selon un motif prédéterminé, comme représenté sur la figure 3a. Après le dépôt de la couche isolante 13 sur la couche cathodique 12, la couche isolante 13 est soumise à une gravure au moyen de la résine photosensible 21 appliquée sur cette couche isolante 13, comme représenté sur la figure 3b. Au cours de cette étape de gravure qui est destinée à réaliser les ouvertures dans la couche isolante 13, celle-ci est partiellement gravée selon le motif à ouvertures circulaires d'environ 50 à 100 μm de la résine photosensible 21, la couche étant ainsi munie d'ouvertures dont le diamètre s'échelonne entre 50 et 100 μm . L'étape de gravure peut être mise en œuvre au moyen du motif de résine photosensible en utilisant un système d'exposition classique à rayons ultraviolets.

Une fois que les ouvertures circulaires sont formées dans la couche isolante 13, la résine photosensible 21 est enlevée de cette couche. Débarrassée de la résine photosensible 21, elle est alors revêtue de la couche de séparation 22 étant entendu que celle-ci n'est pas formée dans les ouvertures, mais seulement sur la couche isolante 13 comme représenté sur la figure 3c. Pendant cette étape de formation de la couche de séparation 22 qui est par

exemple en aluminium, celle-ci est déposée sur la couche isolante 13 en utilisant un dispositif de dépôt sous vide à faisceau d'électrons, le substrat 11 subissant dans ce dispositif une rotation tout en étant inclinée d'un angle 5 situé entre 10° et 20°. On doit noter cependant qu'on doit prévoir des moyens pour empêcher une introduction éventuelle d'un matériau, par exemple de l'aluminium, destiné à la couche de séparation 22 dans les ouvertures de la couche isolante 13, selon l'angle d'inclinaison du substrat 11 en 10 rotation.

L'étape de formation de la couche de séparation est suivie d'une étape de formation de la couche et des cathodes en diamant. Au cours de cette étape, les cathodes 20 en diamant sont formées en couche mince dans les ouvertures respectives de la couche isolante 13, tandis qu'en même 15 temps la couche 23 en diamant de faible épaisseur est formée en couche mince sur la couche de séparation 22 par un dépôt à micro-ondes et à la vapeur chimique (CVD), comme représenté sur la figure 3d. Cette vapeur chimique peut être 20 une substance gazeuse contenant du carbone ou un composé de carbone.

Une fois que les cathodes 20 et la couche 23 en diamant sont formées, la couche de séparation 22 est enlevée de la couche d'isolation 13 par le procédé dit "lift off" de 25 manière que la couche 23 en diamant est enlevée de la couche isolante 13, tandis que les cathodes 20 en diamant subsistent dans les ouvertures, comme représenté sur la figure 3e. Globalement, le procédé de fabrication de la cathode à émission de champ du dispositif d'affichage à émission de champ est achevé après le procédé "lift off" qui 30 permet d'enlever la couche 23 en diamant et la couche de séparation 22 de la couche isolante 13. Bien entendu, on doit comprendre que le procédé de fabrication du dispositif d'affichage à émission de champ selon l'invention comprend 35 également diverses étapes destinées à former la couche fluorescente 16, la couche anodique 17, la cloison 19 et analogues.

L'étape de formation des cathodes à émission de champ

20 en diamant est mise en oeuvre à une température située entre 400°C et 700°C. Les cathodes 20 en diamant ont un travail de sortie d'environ 2,1 ev, ce qui est nettement inférieur à celui d'une cathode classique ayant une pointe métallique. A cet égard, le dispositif d'affichage à émission de champ selon l'invention établit directement un fort champ électrique grâce à la couche anodique de sorte qu'il n'a pas besoin d'établir le fort champ électrique par l'intermédiaire de l'électrode de grille.

10 On va maintenant décrire la théorie du fonctionnement du dispositif d'affichage à émission de champ tel que décrit ci-dessus, en faisant référence à la figure 2.

Dans le dispositif d'affichage à émission de champ, le substrat 11 muni de la couche cathodique 12 et de la couche isolante 13 qui comporte les cathodes 20 en diamant, est placé en face de la plaque frontale 18 en verre qui comporte la couche anodique 17 et la couche fluorescente 16, une région 15 sous vide étant prévue entre elles. Les cathodes 20 en diamant et la couche mince qui se présentent sous la forme de bandes, autrement dit les électrodes orientées dans la direction X, et la couche anodique 17 qui se présente également sous la forme de bandes, autrement dit les électrodes orientées dans la direction Y, sont en vis-à-vis les unes les autres et s'entrecroisent, la cloison 19 étant interposée entre elles. Lorsque dans ces conditions, une différence de potentiel d'environ 200 volts est maintenue entre la couche cathodique 12 et la couche anodique 17, des électrons sont émis à partir des surfaces des cathodes 20 en diamant et ces électrons frappent la couche 16 prévue sur la couche anodique 17 pour afficher une image souhaitée par l'intermédiaire de la couche fluorescente 16. Pendant ce temps, un vide poussé d'environ 10^{-6} à 10^{-7} torr est maintenu dans la région 15 située entre la couche cathodique 12 et la couche anodique 17. Les cathodes à émission de champ 20 en diamant permettent ainsi d'empêcher que leur durée de vie attendue soit abrégée en raison de bombardements d'ions gazeux subsistant dans la région 15 sous vide par l'émission d'électrons provenant des cathodes 20 en diamant. L'exemple

5 suivant n'est donné que pour illustrer davantage la présente invention et il ne doit pas être considéré comme étant limitatif de celle-ci. Il convient de noter que l'exemple qui va suivre ne concerne pas la totalité du procédé de fabrication du dispositif d'affichage à émission de champ, mais au contraire seulement les quelques étapes permettant de former les cathodes à émission de champ qui constituent la caractéristique principale de la présente invention.

10

EXEMPLE

15 Une couche cathodique en chrome a été formée sur un substrat en verre en utilisant un dispositif de dépôt sous vide à faisceau d'électrons, puis on a formé une couche isolante en SiO_2 sur la couche cathodique en utilisant un système de dépôt à la vapeur chimique dopée au plasma (PECVD).

20 Ensuite, on a préparé une résine photosensible présentant un motif à ouvertures circulaires d'un diamètre d'environ 70 μm et on l'a appliquée sur la couche isolante en SiO_2 . Puis on a réalisé le motif à résine photosensible en utilisant un dispositif d'alignement de masque qui était constitué par un système d'exposition à rayons ultraviolets et la couche isolante en SiO_2 a été gravée en utilisant un équipement de gravure à ions réactifs de manière à former 25 une pluralité d'ouvertures circulaires dans la couche isolante.

30 Après la gravure de la couche isolante, on a enlevé la résine photosensible de la couche isolante présentant les ouvertures. Une couche d'aluminium a alors été déposée par inclinaison sur la couche isolante en utilisant un dispositif de dépôt sous vide à faisceau d'électrons, tout en faisant tourner le substrat en verre sous un angle d'inclinaison de 15° de manière à former une couche de séparation sur la couche isolante gravée.

35 Une cathode à couche mince en diamant a ensuite été formée dans chacune des ouvertures de la couche isolante et, en même temps, on a formé une couche mince en diamant sur la couche de séparation par l'intermédiaire d'un dépôt

micro-ondes à la vapeur chimique à une température de 500°C.

Après la formation des cathodes et de la couche en diamant, la couche de séparation a été enlevée de la couche isolante par l'intermédiaire d'un procédé "lift off" pour 5 enlever simultanément la couche en diamant et la couche de séparation de la couche isolante, pendant que subsistaient dans les ouvertures les cathodes en diamant, ou autrement dit les cathodes à émission de champ.

Lors d'essais du dispositif d'affichage à émission de 10 champ présentant les cathodes à émission de champ décrites ci-dessus, on a pu constater que le problème provoqué par le bombardement d'ions gazeux subsistant dans la région à vide en raison de l'émission des électrons à partir de la cathode, était résolu. De plus on a pu allonger de façon 15 notable la durée de vie attendue des cathodes à émission de champ, à savoir de 10.000 à 20.000 heures, par comparaison à un dispositif d'affichage classique.

Comme décrit ci-dessus, un dispositif d'affichage à émission de champ présentant des cathodes à émission de 20 champ selon l'invention, permet de fixer la dimension minimale du motif d'ouvertures à environ 50 μm de sorte qu'il n'y a aucun problème à utiliser un système courant d'exposition de motifs, même si on veut réaliser un dispositif d'affichage de grandes dimensions. Le dispositif 25 d'affichage selon l'invention utilise une même électrode de grille que les dispositifs d'affichage classiques de sorte que le procédé de fabrication du dispositif d'affichage est simplifié d'environ un tiers, par comparaison au procédé classique. Comme le procédé de fabrication du dispositif 30 d'affichage selon l'invention permet de réaliser à basse température des cathodes en diamant dans des ouvertures, le dispositif d'affichage de l'invention peut utiliser un substrat courant en verre ce qui en réduit le coût d'au moins 30 %, par comparaison à un dispositif d'affichage 35 classique. Un autre avantage du dispositif selon l'invention réside dans le fait que le problème posé par le bombardement d'ions gazeux subsistant dans la région sous vide en raison de l'émission d'électrons à partir de la cathode, est

vaincu. De plus, on a pu allonger notablement la durée de vie attendue des cathodes d'émission de champ, à savoir de 10.000 à 20.000 heures, par comparaison à un dispositif d'affichage classique.

5 Dans ce qui précède, on a décrit à titre d'exemple plusieurs modes de réalisation de l'invention. Cependant, les spécialistes de la technique en question comprendront que l'on peut y apporter diverses modifications et 10 compléments sans sortir de la portée ni du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'un dispositif d'affichage à émission de champ, caractérisé en ce qu'il consiste à :
 - 5 former une couche cathodique (12) sur un substrat (11), puis une couche isolante (13) sur la couche cathodique (12); graver ladite couche isolante (13) en utilisant une résine photosensible présentant un motif d'ouvertures prédéterminé de façon à former une pluralité d'ouvertures
 - 10 dans ladite couche isolante;
enlever ladite résine photosensible de la couche isolante (13) et à former une couche de séparation (22) sur la couche isolante;
 - 15 former une pluralité de cathodes à émission de champ (20) en diamant respectivement dans lesdites ouvertures de la couche isolante et à former simultanément une couche (23) en diamant sur la couche de séparation (22); et
enlever simultanément ladite couche de séparation (22) et la couche (23) en diamant de la couche isolante (13) par
 - 20 l'intermédiaire d'un procédé "lift off".
2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites cathodes (20) en diamant sont respectivement formées dans les ouvertures de la couche isolante (13) en utilisant un dépôt micro-ondes à la vapeur chimique à une température située entre 400°C et 700°C.
3. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite couche de séparation (22) est déposée par inclinaison sur la couche isolante en utilisant un dispositif de dépôt sous vide à faisceau d'électrons, tout en faisant tourner ledit substrat en verre (11) avec un angle d'inclinaison situé entre 10° et 20°.
4. Dispositif d'affichage à émission de champ caractérisé en ce qu'il comprend :
 - une couche isolante (13) formée sur une couche cathodique (12), ladite couche isolante présentant un motif formé d'une pluralité d'ouvertures circulaires ; et
 - une cathode (20) à émission de champ en diamant formée dans chacune desdites ouvertures de la couche isolante (13).

5. Dispositif d'émission de champ selon la revendication 4, caractérisé en ce que ladite cathode (20) en diamant est réalisée en couche mince.

1 - 1

Fig. 3
(a)

Fig. 1

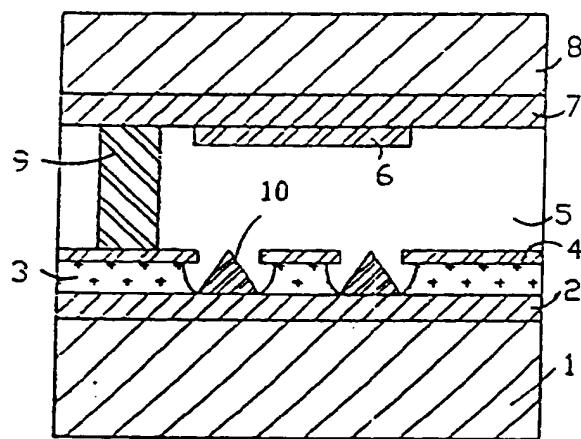


Fig. 2

